

路用低溫軟煤瀝青

[苏联] Л. А. 布魯金娜 著

孙 昭 濱 譯

孟 宪 欣 校

人 民 交 通 出 版 社

本書介紹低溫軟煤瀝青的物理力學性能，及其生產過程。書中敘述了低溫軟煤瀝青應用於道路工程的情況，以及對路用低溫瀝青的要求等。低溫煤瀝青特別適用於遠離石油瀝青產地的地區修築公路，而且可以彌補高溫硬瀝青在某些地區使用的缺點。

本書可供公路工程技術人員參考。

路用低溫軟煤瀝青

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ
СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ

Л. А. БОРОДИНА

ДОРОЖНЫЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КАМЕННОУГОЛЬНЫЕ ДЕГТИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
АВТОТРАНСПОРТНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва 1962

本書根據蘇聯汽車運輸與公路部出版社1957年莫斯科俄文版本譯出

孫昭漢 譯 孟宪欣 校

*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新華書店北京發行所發行 全國新華書店經售

人民交通出版社印刷廠印刷

*

1966年2月北京第一版 1966年2月北京第一次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張：5張

全書：20,000字 印數：1—2,300冊

統一書號：15044·1513

定價(科六)：0.14元

目 录

序 言.....	2
(一)低温软煤沥青的生产.....	3
(二)蒸馏低温煤沥青.....	3
(三)低温硬煤沥青.....	8
(四)掺配低温煤沥青.....	9
(五)低温软煤沥青的水稳定性.....	11
(六)低温软煤沥青的气候稳定性.....	15
(七)低温软煤沥青在道路工程上的应用.....	17
(八)对路用低温软煤沥青的要求.....	22

序 言

在远离一般常用石油瀝青产地的地区，低温軟煤瀝青和硬瀝青可以作为路用結合料而广泛应用。

对于在列宁斯克—庫茲涅次克、切列姆霍沃等半焦化厂附近地区采用低温軟煤瀝青和硬瀝青作为筑路材料具有特殊的意义。

在这些地区采用低温軟煤瀝青和硬瀝青可以减少铁路运输的負担和节约由遥远地区运输石油瀝青的车辆。

这里还必须指出，高温硬瀝青在某些地区使用的缺点也可以用低温硬瀝青来弥补。

在这本小册子中提出了对路用低温軟煤瀝青的建议性技术规范和使用須知。

全苏道路科学研究院院长 技术科学硕士

Н.Ф.赫洛西洛夫

列宁格勒分院院长 技术科学硕士

Н.Я.哈尔胡塔

(一) 低溫軟煤瀝青的生產

一般的高溫煤瀝青是煤在溫度 $900\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 下焦化過程中所獲得的，而低溫煤瀝青與它不同的是煤在溫度 $450\sim 600^{\circ}\text{C}$ 下隔絕空氣干餾之半焦化過程中所獲得的。

為了更合理地使用低溫煤瀝青，近年來很多機構都對它進行了長期的研究。

目前，焦油借蒸餾法加工生產出三種餾份：苯—輕油、中油和殘渣。在蒸餾時，從焦油中提出40%的輕餾份。殘渣當作燃料或進一步精餾以獲得重質燃料油和硬瀝青。殘渣部分在 $160\sim 200^{\circ}\text{C}$ 時可用空氣氧化，此時根據通入空氣數量和氧化時間的多少可獲得不同稠度的軟瀝青或硬瀝青。

提出輕質和重質餾份後所獲得的氧化或非氧化的低溫煤瀝青殘渣可成為築路材料的最大來源。在很多國家，如英國、德國、法國、日本等都在道路工程中採用低溫煤瀝青作為有機結合料。

(二) 蒸餾低溫煤瀝青

提出輕質餾份後的殘渣——蒸餾低溫煤瀝青有不同的粘度；軟化點範圍 $27\sim 42^{\circ}\text{C}$ ；在 50°C 時用10毫米孔徑瀝青粘度計測定的粘度（ C_{10}^{10} ）變化範圍是 $5\sim 120$ 秒；比重變動在 0.9385 至 1.1096 之間。

將低溫煤瀝青的性質與高溫煤瀝青、頁岩瀝青和石油瀝青的性質進行比較，說明它們的性質有很大不同。此外，這種新材料也與上述這些築路材料有很多相似之處。

低温煤瀝青与高温煤瀝青不同的是游离炭（不溶于苯的物质）含量少，没有萘和蒽。蒸馏低温煤瀝青含有石蜡，其数量在氧化时稍有减少。在比重小于1.0的煤瀝青中，石蜡含量高达27.8~30%。这些物质在温度20~25°C时仍是粘稠状态，轻微搅动时能被稀释。煤瀝青中含有大量的石蜡，作为筑路材料时这是个缺点，因为含大量石蜡的有机结合料与石料粘结不好。此外，在温度降低时，类似的混合料将变脆。含石蜡的轻质煤瀝青与比重大于1.0的重质煤瀝青的混合物在加热时将形成分层作用。所以，在道路工程中使用蒸馏低温煤瀝青时应避免使用比重小于1.0的轻质煤瀝青。

在比重大于1.0的蒸馏煤瀝青中，石蜡含量可达6%。在煤瀝青中具有上述数量的石蜡时，对其性质的影响与对石蜡基石油瀝青性质的影响相同。这种煤瀝青在热状态时，粘度值较低，但随其冷却程度的增加，粘度值急剧提高。在温度变化时，石蜡对粘度变化特性的影响对反映在液体瀝青材料上要比反映在粘稠瀝青材料上为差。

蒸馏低温煤瀝青不同于石油瀝青和高温煤瀝青的是酚含量较多，在个别情况下其含量可达35%。在0~300°C馏段中酚含量不大——从0.9~9.4%，其数量随精馏程度的提高而增加。显然，在300~360°C馏段中酚含量较高，其原因和泥炭瀝青^①一样是由于不稳定的化合物热解所致。

在低温煤瀝青成分中含有的酚类是高分子类的物质，即酚衍生物。这些酚衍生物是深红色、极粘稠的树脂状态物质，其比重大于1.0。

低温煤瀝青含有的酚中有溶于水的酚类。从溶于水的物质的总含量来看，低温煤瀝青与液体頁岩瀝青相似。低温軟煤瀝青与液体石油瀝青所不同的是其成分中水溶性物质含量不多，在个别情况下

① К. И. 李波夫斯卡娅由泥炭軟煤瀝青中提取的酚。泥炭科学研究所学报，19期，国立科技研究所，1939。

可达7%。

低温軟煤瀝青对高温作用极为敏感，加热至120°C时就有分解物质出现。当加热温度在100~120°C間，而持续时间又較短时，煤瀝青分解不多，但在此温度范围下长期加热时就能引起粘度剧烈增加的縮合和聚合产品的形成。所以，在生产条件下，为了与石料拌和加热煤瀝青时，加热时间不宜过长，只要能使煤瀝青脫水和达到必要的加热温度即可。

表1中将低温煤瀝青的性质与苏联国家标准 (ГОСТ 1972-52)

蒸餾低温煤瀝青与液体石油瀝青性质比較

表 1

指 标 名 称	切 列 姆 霍沃工厂 煤 瀝 青	列 宁 斯 克 庫茲涅茨 工 厂 煤 瀝 青	列 宁 斯 克 庫茲涅茨 工 厂 氧 化 煤 瀝 青	ГОСТ 1972-52对下列标号液体 石油瀝青的要求			
				A-4	B-4	A-6	B-6
軟化点, °C	34.0	27.2	30.2	—	—	—	—
粘度, 标准粘度	28.5	37.0	145.0	25~40	25~40	100~200	100~200
計 0 ₆₀ ⁵ , 秒							
餾份成分*(体積 %)，蒸餾至							
225°C	0	0	0	≥ 2	—	0	—
315°C	0.7	7.9	5.3	≥ 14	—	5	—
360°C	20.5	32.9	30.3	≥ 25	≥ 20	15	≥ 5
蒸餾至 360°C 后 殘留瀝青							
a) 25°C 針入度	44	5.4	3.0	100~300	液 体	100~300	液 体
b) 25°C 延度, 厘米	>100	0	0	≥ 60	—	≥ 60	—
3) 軟化点, °C	46.2	58.7	66.5	—	—	—	—
閃点, °C	153	143	152	≥ 65	≥ 100	65	120
水溶物含量, 重 量%	2.4	4.7	—	0.3	0.3	0.3	0.3
含水量, 重量%	0	0	0	痕 迹	≥ 2	痕 迹	≥ 2

* 蒸餾是溫度計在液体中進行的。

規定的石油瀝青的性質進行了比較。從表中數字看出，粘度與A和B^①級4號和6號液體石油瀝青相同的低溫軟煤瀝青不符合對這些材料性質的主要要求，即代表材料在路面中凝結程度的蒸餾後殘留物的粘度不符合要求。

這時，如決定A級液體瀝青殘留物粘度的針入度間距為100~300，則決定低溫煤瀝青殘留物粘度的針入度僅在3.0~44的範圍內。除此主要不同外，與石油瀝青比較，低溫煤瀝青含有較多的易揮發的餾份和水溶物質等。

表2為低溫煤瀝青與蘇聯國家標準（ГОСТ 4641-49）規定的高溫煤瀝青性質的比較表。從該表中數據看出，低溫煤瀝青與高溫煤瀝青的餾份成分極為接近。

蒸餾低溫煤瀝青與對高溫煤瀝青性質要求的比較 表2

指 標 名 稱	切列姆 霍沃夫 煤瀝青	列寧斯克 庫茲涅 茨夫 煤瀝青	列寧斯克 庫茲涅 茨夫 煤瀝青	切列姆霍 沃夫 煤瀝青	ГОСТ 4641-49對 下列標號煤瀝青 的要求	
					Д-7	Д-8
軟化點，℃	34	27.2	30.2	41.7	—	—
粘度 η_{10}^0 ，秒	7.0	9.0	33	120	10~75	75~200
餾份成分 [*] ，重量%，蒸餾至						
170℃	0	0	0	0	≥1	≥1
270℃	0.7	2.8	1.0	0.1	≥10	≥10
300℃	8.4	18.1	15.5	4.3	≥20	≥20
蒸餾至300℃後殘渣軟化點℃	40.5	42.5	48.3	44.0	40~70	40~70

* 蒸餾是溫度計在氣相中進行的。

按照與道路煤瀝青標號Д-7、Д-8粘度相符合或接近這些標號煤瀝青粘度的低溫煤瀝青蒸餾至300℃後，則其蒸餾後的殘留物是完全符合高溫煤瀝青在相同條件下獲得殘留物的粘度（根據軟化點

① A級為中凝液體石油瀝青，B級為慢凝液體石油瀝青——譯者注。

測定)，这就証明了这些材料的凝結程度相同。

在表3中列出低溫煤瀝青在加热时稳定性研究的資料，并将这些資料与高溫煤瀝青加热时所发生的变化进行了比較。

低溫煤瀝青加热时的稳定性

表 3

材 料 名 称	粘 度 C ₁₀₀ 秒	在下列温度时加热 85小时后 重量损失 %		軟化点℃		25℃針入度		不溶于苯物质%				
		80℃	50℃	加 热 前	在下列 温度下 加热后		加 热 前	在下列 温度下 加热后		加 热 前	在 下 列 温 度 加 热 后	
					80℃	50℃		80℃	50℃		80℃	50℃
切列姆霍沃 厂非氧化煤瀝青	7	14.8	—	34.0	67.5	—	3.9	—	1.02	5.09	—	
列 宁 斯 克 - 庫茲涅茨厂非 氧化煤瀝青	9.2	19.1	4.4	27.2	77.1	33.0	—	1.0	63.2	2.25	9.95	3.08
切列姆霍沃 厂氧化煤瀝青	120.0	7.3	0.8	41.7	68.0	44.0	152.0	2.4	66.0	2.46	5.04	2.52
列 宁 斯 克 - 庫茲涅茨厂氧 化煤瀝青	33.0	12.4	3.3	30.2	—	40.2	—	3.2	70.0	3.91	3.22	4.43
高温煤瀝青	135.8	8.7	1.5	37.5	56.0	41.0	105.0	6.0	85.0	14.66	17.66	16.04
高温煤瀝青	17.6	11.1	3.9	34.7	49.5	35.0	—	23.0	—	12.21	17.09	14.37

低溫煤瀝青以1.5毫米厚度的薄层在50°C时继续保持85小时的試驗說明，其性质发生的变化与高溫煤瀝青的性质变化相似。

在試驗時間和层厚同样的条件下，将煤瀝青加热溫度提高至80°C試驗說明，在同样試驗条件下，低溫煤瀝青較高溫煤瀝青感溫性为高（見表3）。此时，低溫煤瀝青的重量損失大大增加，軟化点較高溫煤瀝青提高很多，針入度指标急剧降低，不溶于苯的积聚物质也大大增加。

低溫煤瀝青与高溫煤瀝青一样，与石油系統的产品，特别是与液体和粘稠瀝青混合困难。低溫軟煤瀝青与高溫煤瀝青，以及由它們所加工的产品（油餾份和硬瀝青）都能形成均匀的混合物。

低温煤瀝青能与高温煤焦油的加工产品良好混合的这种特性，使其应用在道路建筑方面的可能性大大增加。

(三) 低温硬煤瀝青

由软化点 $42\sim 90^{\circ}\text{C}$ 和比重 $1.08\sim 1.11$ 的低温硬煤瀝青样品的研究表明，这些材料的成份中含有 $4.0\sim 6.0\%$ 的石蜡，酚达到 28.5% ，水溶性物质达 2% ，且后者在硬瀝青中比在软瀝青中的含量为少。不溶于苯的物质，硬瀝青比软瀝青的含量为多——达到 20% 。

表4中所列是各种低温硬瀝青样品的性质。某些软化点为 $43\sim$

各种低温硬瀝青试样性质

表 4

试样 编号	材 料 名 称	20°C时 比 重	软 化 点	25°C时 针入度	25°C时 延度	含 量 %			
						石蜡	酚	水溶物	不溶于 苯物质
1	列宁斯克-庫茲涅 次厂低温硬煤瀝青	1.0970	46.6	46.4	—	—	28.4	—	—
2	同厂氧化硬煤瀝青	1.1102	86.7	1.0	0	5.9	18.8	0.39	18.73
3	切列姆霍沃厂氧化 硬煤瀝青	1.1096	43.7	79.0	—	—	—	1.84	2.31
4	切列姆霍沃厂氧化 硬煤瀝青	1.1128	45.0	77.0	39	—	14.5	—	2.91
5	切列姆霍沃厂氧化 硬煤瀝青	1.1028	48.0	61.0	>100	4.3	—	—	4.56
6	列宁斯克-庫茲涅 次厂氧化硬煤瀝青	1.1065	43.5	76.0	35	—	28.5	2.04	5.31
7	列宁斯克-庫茲涅 次厂氧化硬煤瀝青	1.0996	62.7	6.6	0.5	—	—	—	13.60
8	列宁斯克-庫茲涅 次厂氧化硬煤瀝青	—	70.0	—	—	—	—	1.60	17.20
9	高温硬煤瀝青	1.2500	73.0	—	—	—	—	—	19.50
10	高温硬煤瀝青	—	60.0	12.0	>100	—	—	—	—
11	高温硬煤瀝青	—	85.0	—	0	—	—	—	24.42

60°C 的中煤瀝青在 25°C 時有較大的延度值。但是這些中煤瀝青在 25°C 時延度值雖大於 100 厘米，而溫度降低到 5°C 時則延度幾乎等於零。

曾經僅根據形式指標，針入度、軟化點和同一溫度的延度的比較，試圖利用中煤瀝青作為路用瀝青，即所謂“煤—石油瀝青”。

但是，按照中煤瀝青的性質與石油瀝青有很大不同，因為中煤瀝青對溫度變化很敏感，即加熱時性質變化很劇烈。所以，中煤瀝青難於符合路用瀝青所提出的要求。中煤瀝青與粘稠路用瀝青和頁岩瀝青的粘度變化不同，即它的粘度在低溫時將急劇增加。這樣差的热穩性是不允許的，因為施工時應用石油瀝青及煤瀝青在極大程度上決定於因溫度作用^①而引起的粘度變化的性質。

所以，採用低溫中煤瀝青修築路面與採用高溫硬煤瀝青修築路面同樣是不可能的，因為這二種煤瀝青在低溫時會變成脆性狀態。

假如中煤瀝青稀釋到軟瀝青的稠度，就完全可以適宜作為築路材料。

(四) 摻配低溫煤瀝青

摻配低溫煤瀝青是用高溫煤焦油或軟瀝青稀釋低溫軟瀝青或硬瀝青所獲得的。當低溫軟煤瀝青或硬煤瀝青與石油瀝青混合時，混合物會發生分層現象。這種混合物的分層現象，看來是由於加進物質的高臨界溶解溫度所致。

非極性烴化合物在極性溶液中的溶解過程（即低溫軟煤瀝青中酚的溶解過程），在較低溫度時，伴有烴化合物的選擇性溶解

① M.Φ. 尼基申鄒道路瀝青粘度的研究。有機結合料研究著作論文集。道路出版社，1949。

各种掺配低温软煤瀝青試样的性质

表5

軟瀝青名称	比 重 20℃	粘度, 秒		軟 化 点 , ℃	蒸餾至 300℃ 的殘留 物, 重 量, %	蒸餾至 300℃ 后的殘 留物的 軟化 点, °C	含 量, %				
		C ₁₀	C ₅₀				酚	水 溶 物	萘	蒽	不溶于 苯的物 质
掺配煤瀝青-低温 硬瀝青45%, 高温軟 瀝青55%	1.1432	—	71.8	36.5	14.0	49.0	2.3	0.70	0.30	3.4	15.70
掺配煤瀝青-低温 硬瀝青68.5%, 高温 煤焦油41.5%	—	—	115.0	39.3	17.4	43.0	1.3	1.20	0	2.8	7.80
掺配煤瀝青-低温 硬瀝青61.8%, 高温 煤焦油38.2%	1.1093	30.5	—	—	9.3	34.0	1.5	0.80	0	1.3	4.30
掺配煤瀝青-低温 硬瀝青65%, 高温軟 瀝青35%	1.1132	46.0	—	34.0	22.2	43.6	7.1	2.50	—	—	—
掺配煤瀝青-低温 硬瀝青75%, 高温軟 瀝青25%	—	—	73.6	33.0	11.7	51.5	21.0	1.80	—	—	—
掺配煤瀝青-低温 軟瀝青87.6%, 高温 煤焦油12.4%	—	—	7.2	29.5	23.9	46.0	18.8	—	0.04	0	—
掺配煤瀝青-低温 軟瀝青25%, 高温軟 瀝青75%	—	47.0	—	17.5	26.9	43.0	9.4	—	1.90	3.0	—
低温軟瀝青	1.0931	—	17.0	38.2	8.0	41.7	21.4	4.79	0	0	1.35
低温軟瀝青	1.0993	—	120.0	41.7	4.3	44.0	19.8	—	—	—	2.40
掺配煤瀝青-高温 煤瀝青74%, 高温煤 焦油26%	—	—	135.8	37.5	5.9	49.8	—	—	—	—	14.6
掺配煤瀝青-高温 硬瀝青67%, 高温煤 焦油33%	—	—	126.3	34.7	11.7	52.5	—	—	—	—	—
掺配煤瀝青-高温 硬瀝青50%, 高温軟 瀝青50%	1.2056	—	135.0	—	13.8	55.0	1.23	—	—	—	13.9

(主要是芳香族烴化合物)。当溫度升高到临界溫度范围内，极性溶液和非极性烴化合物将成为能以任意比例混合^①的理想溶液。

在低温軟煤瀝青成份中芳香族物质——酚的高含量，显然是溶液临界溫度降低和它与主要由芳香族物质組成的高温煤瀝青和煤瀝油类能良好混合的先决条件。

以任意比例与高温煤焦油加工产品混合的低温軟煤瀝青和硬瀝青，在与低温煤瀝青蒸餾所得的油餾份混合时形成分层混合物。这是由于油餾份中石蜡含量較高所致。

酚在芳香族物质方面的选择能力也表明在未加工的低温軟煤瀝青本身，导致其分层为輕蜡油和少蜡重油。

低温与高温軟煤瀝青的良好混合性，使它能够制成任何要求粘度的掺配軟煤瀝青。表 5 中所示为各种掺配軟煤瀝青的性质。由这些軟瀝青与低温和高温軟瀝青的性质对比，可看出掺配煤瀝青的性质居于中間位置。

掺配軟瀝青的比重处于高温和低温軟瀝青典型值的范围之内。不同于低温軟瀝青的是掺配軟瀝青时具有萘和蒽；当然，这些物质的数量是不多的。此外，不溶于苯的物质比低温軟瀝青較多，但酚和不溶于水的物质則少些。

掺配軟瀝青的热稳定性决定于稀释剂和硬瀝青的性质，且接近于高温軟瀝青的稳定性。

(五) 低温軟煤瀝青的水稳定性

在低温軟瀝青成分中水溶物质含量較高（达到 7 %），因此就

^① Н.И. 切爾諾茹科夫, С.Э. 科列因, В.В. 魯西科夫矿物油的化学, 国家石油燃料科技出版社, 1951。

有必要詳細研究其水穩性，并与其他有机結合料的水穩性进行比較。

研究表明，低溫軟瀝青在水的長期作用下將改變顏色，粘度，此外降低了它对石料的粘結力。

从低溫軟瀝青与石油瀝青，頁岩瀝青，以及高溫煤瀝青的水穩性的比較看出，在各种有机結合料的特有性质共同变化的同时，并

在長期受水作用下混合料物理力学性质变化

表 6

混 合 料 成 分	試件浸水時間 (昼夜)	單位重(噸 /立方米)	飽水率 (體積%)	膨脹率 (體積%)	22° 時抗 壓強度(公 斤/厘米 ²)
粘度 $C_{10}^{10}=17.0$ 秒的低溫軟瀝青 及花崗岩礫石材料	0	2.33	—	—	15.7
	5	2.34	2.95	0.62	11.1
	15	2.35	5.05	0.95	12.3
	30	2.34	5.77	2.28	14.6
粘度 $C_{10}^{10}=17.0$ 秒的低溫軟瀝青 及石灰石礫石材料	0	2.23	—	—	17.6
	5	2.32	3.11	1.58	9.9
	15	2.32	4.02	2.27	10.7
	30	2.31	4.76	2.62	11.4
粘度 $C_{10}^{10}=31.9$ 秒的石油瀝青及 花崗岩礫石材料	0	2.35	—	—	11.7
	5	2.35	1.99	0.43	10.3
	12	2.35	3.14	0.88	—
	30	2.35	3.85	1.67	10.0
粘度 $C_{10}^{10}=31.9$ 秒的石油瀝青及 石灰石礫石材料	0	2.33	—	—	10.9
	5	2.33	2.05	0.64	8.9
	15	—	—	—	—
	30	2.32	4.28	2.16	9.2

发现在受水作用的影响下性质变化的不同。在水作用影响下，性质的共同变化是：随材料的粘度降低，水稳性降低，且随软沥青和石油沥青中含水量的增加，对石料的粘结力也降低。在水作用下，石油沥青与软沥青性质变化的不同在其与石料的混合料中显出。

有机结合料与各种不同填料的混合料的水稳性（例如与磨碎的石料）是不同的，且在很大程度上决定于填料的性质。在某些情况下，根据所用填料的性质，在机械作用时，水和微热（30—40°C）混合料会导致混合料成分中石油沥青和软沥青的乳化和析出。

研究表明，在为低温软沥青选择填料时，最好偏重于石灰石和白云石填料。掺入数量10%的上述填料，即可使低温软沥青与其他填料（这些填料能使混合料乳化）的混合料的水稳性大大提高。

水对低温软沥青与砾石材料的混合料长期作用的影响示于表6

煤沥青和石油沥青混合料的标准物理力学性质

表 7

混合料成分	混合料中 有机结合 料含量 (%)	单位重(吨) /立方米	饱水率 (体积%)	膨胀率 (体积%)	抗压强度公斤/厘米 ²		
					50°C	22°C	饱水22°C
粘度 $C_{10}^0=17.0$ 秒的低温软沥青与 花岗岩砾石材料	7.0	2.33	6.0	1.20	7.0	15.7	7.0
粘度 $C_{10}^0=17.0$ 秒的低温软沥青与 石灰石砾石材料	7.5	2.33	6.7	2.08	5.2	17.6	6.2
粘度 $C_{10}^0=31.9$ 秒的石油沥青与花 岗岩砾石材料	6.5	2.35	4.6	0.35	6.9	11.7	9.8
粘度 $C_{10}^0=31.9$ 秒的石油沥青与石 灰石砾石材料	7.0	2.33	4.8	0.85	6.7	11.9	10.0

中。关于砾石材料的试验其中一批是石灰石的，而另一批是花岗岩的；这二批试验所用填料都是粉土。从表中数值看出，在矿料成分中，砾石材料颗粒的大小对混合料性质的影响不大。

在表 7 中所示为这些混合料的标准物理力学性质，同时列出由 A-6 液体石油沥青制备的地沥青砾石混合料的试验数值。

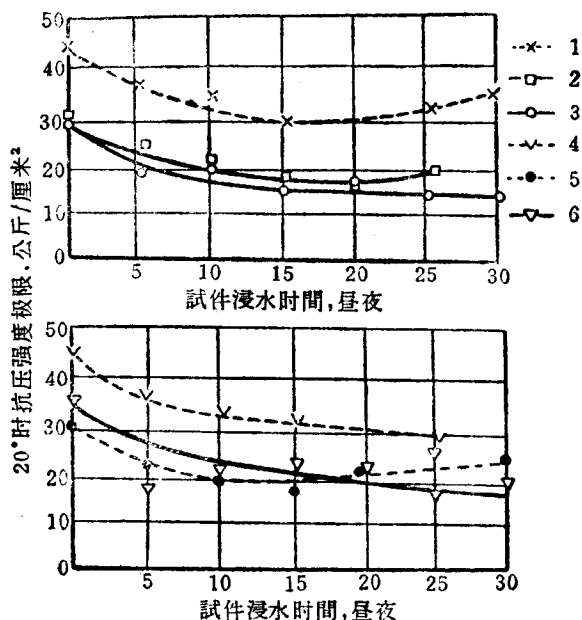


图 1 砂质煤沥青混凝土试件的水稳性

1-高温硬沥青+粘度 $C_{100}^{100}=77.6$ 的高温软沥青； 2-高温硬沥青+粘度 $C_{100}^{100}=127.6$ 高温煤焦油； 3-粘度 $C_{100}^{100}=120$ 的低温软沥青； 4-低温硬沥青+粘度 $C_{100}^{100}=73.6$ 的高温软沥青； 5-低温硬沥青+粘度 $C_{100}^{100}=70.8$ 高温煤焦油； 6-高温硬沥青+粘度 $C_{100}^{100}=71.2$ 低温软沥青

由混合料物理力学試驗数值的比較結果說明，粘度 $C_{50}^{10} = 17$ 秒的低溫軟瀝青对水作用的稳定性接近于粘度 $C_{50}^{10} = 31.9$ 秒的石油瀝青的水稳性，尽管后者的粘度要大得多。在低溫軟瀝青水稳性試驗过程中，曾发生水溶性物质的析出，但是这不影响混合料的强度。为研究水对軟瀝青砾石混合料更有效的作用，曾將試件予先在真空的条件下饱水，然后使其长期受水作用。在图 1 上示出随浸水持续时间的长短，軟瀝青砾石混合料試件强度的变化。在水的作用下，砂质低溫軟瀝青混凝土試件的强度变化与高溫軟瀝青制备的砂质瀝青混凝土的强度变化相近似。

(六) 低溫軟煤瀝青的气候稳定性

大气因素对道路工程上所采用的軟煤瀝青和石油瀝青作用的研究，說明其中所发生的变化是各种各样的，且以不同的速度进行，同时說明材料的气候稳定性^①是很不相同的。

道路工程对不同材料的气候稳定性方面所提出的要求是不相同的。对于永久性高級路面，所采用的材料不应使之有剧烈的变化，因为这种变化会使其丧失粘結性质。用于修建次高級路面所采用的石油瀝青和軟煤瀝青具有特殊地位，在路面成型期間这些瀝青材料

① Л.А.瑪拉赫娃, Л.М.刘別迟, А.И.雷西海娜. 修建黑色路面用的新結合料。公路总局, 1939年, 5~10頁。

С.И.捷尔方法 关于地瀝青基瀝青的成分及气候稳定性。“公路技术消息”集№23, 1940年。

С.И.捷尔方法 路用煤瀝青性质的研究。道路研究院論文集Ⅳ, 道路出版社, 1949年。

А.И.雷西海娜, Р.М.西茲卡娅, Н.М.阿夫拉苏娃, Л.Н.雅斯特列布娃. 关于瀝青的稳定性及其与矿料的相互作用。道路出版社, 1952年。